

**RANCANG BANGUN
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH)
*HYBRID***

PROYEK AKHIR



Oleh :

MOHAMMAD PRASTYO DWI CAHYO
NIT. 30121038

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK LISTRIK BANDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2024**

**RANCANG BANGUN
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH)
*HYBRID***

PROYEK AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya
(A.Md) pada Program Studi Diploma 3 Teknik Listrik Bandara



Oleh :

MOHAMMAD PRASTYO DWI CAHYO
NIT. 30121038

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK LISTRIK BANDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) *HYBRID*

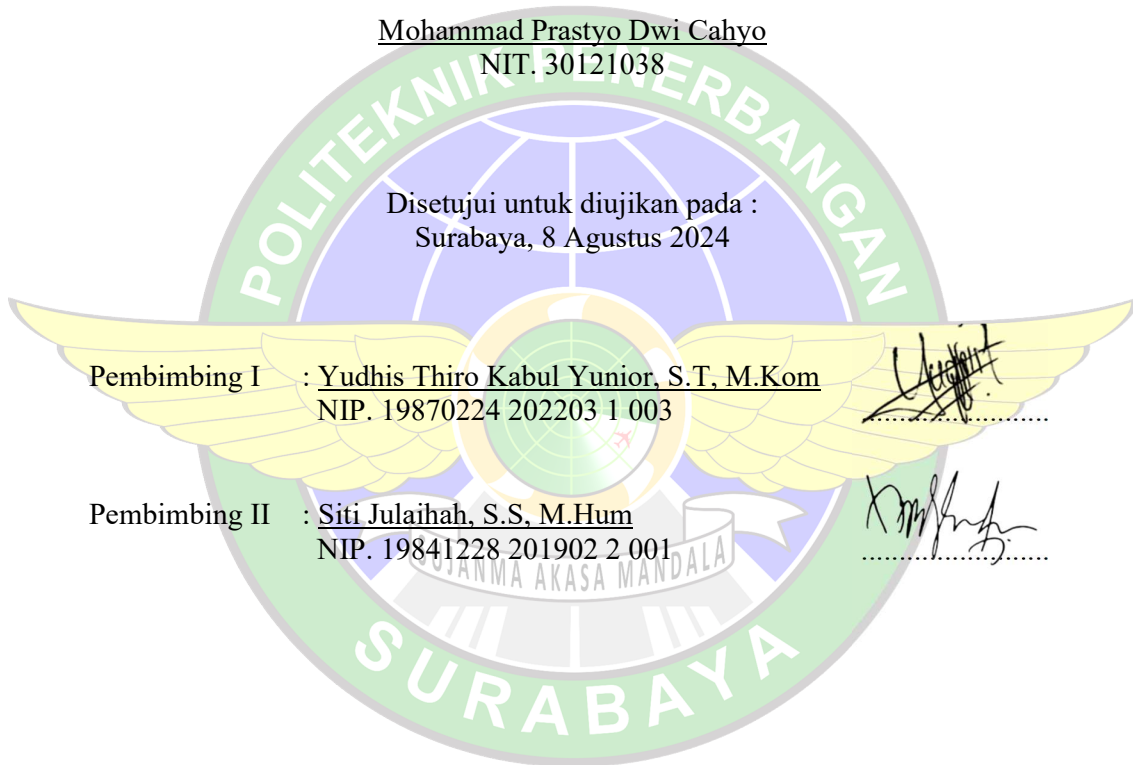
Oleh :

Mohammad Prastyo Dwi Cahyo
NIT. 30121038

Disetujui untuk diujikan pada :
Surabaya, 8 Agustus 2024

Pembimbing I : Yudhis Thiro Kabul Yunior, S.T, M.Kom
NIP. 19870224 202203 1 003

Pembimbing II : Siti Julaihah, S.S, M.Hum
NIP. 19841228 201902 2 001



LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) *HYBRID*

Oleh :
Mohammad Prastyo Dwi Cahyo
NIT. 30121038

Telah dipertahankan dan dinyatakan lulus pada Ujian Proyek Akhir
Program Pendidikan Diploma 3 Teknik Listrik Bandara
Politeknik Penerbangan Surabaya
pada tanggal : 8 Agustus 2024

Panitia Penguji :

1. Ketua : Dr. Slamet Hariyadi, S.T, M.M
NIP. 19630408 198902 1 001
2. Sekretaris : Siti Julaihah, S.S, M.Hum
NIP. 19841228 201902 2 001
3. Anggota : Yudhis Thiro Kabul Yuniar, S.T, M.Kom
NIP. 19870224 202203 1 003

Ketua Program Studi
D3 Teknik Listrik Bandara



Dr. Gunawan Sakti, S.T., M.T.
NIP. 19881001 200912 1 003

ABSTRAK

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMh) *HYBRID*

Oleh :

Mohammad Prastyo Dwi Cahyo

NIT. 30121038

Energi listrik di Indonesia banyak diproduksi dengan menggunakan sumber fosil dimana jumlahnya akan semakin berkurang seiring dengan berjalannya waktu. Diperlukan suatu inovasi yang memanfaatkan sumber daya terbarukan, contohnya energi surya dan air. Kedua sumber daya tersebut dapat dimanfaatkan secara optimal untuk dikonversi menjadi energi listrik.

Rancangan atau desain penelitian yang akan dilakukan adalah dengan merancang dua jenis pembangkit, yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Kedua pembangkit tersebut akan bekerja secara berdampingan dan bergantian memberikan suplai listrik. Beberapa komponen yang dibutuhkan, antara lain turbin dan generator, panel surya, *Solar Charge Controller* (SCC), baterai, inverter, mikrokontroler, sensor tegangan dan arus, serta komponen lainnya. Tegangan yang dihasilkan oleh pembangkit akan bergantung pada debit air dan intensitas sinar matahari. Tegangan dan arus dapat dimonitor menggunakan aplikasi Android.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pembangkit bekerja dengan cukup baik. Tegangan yang dihasilkan oleh kedua pembangkit akan distabilkan pada nilai 13 Vdc dan diteruskan oleh SCC ke baterai dan inverter pada nilai 12 Vdc. Hasil konversi inverter sebesar 230 Vac. Pengujian dapat dilaksanakan dengan baik dan dapat digunakan untuk menyalakan beban AC, yaitu lampu 25 Watt.

Kata Kunci : Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro *Hybrid*, Generator, Panel Surya, Mikrokontroler.

ABSTRACT

DESIGN AND CONSTRUCTION A HYBRID MICROHYDRO POWER PLANT (PLTMh)

By :
Mohammad Prastyo Dwi Cahyo
NIT. 30121038

Electrical energy in Indonesia is mostly produced using fossil sources, the amount of which will decrease over time. An innovation is needed that utilizes renewable resources, for example, solar and water energy. Both resources can be optimally utilized to be converted into electrical energy.

The design or research design that will be carried out is to design two types of power plants, namely Microhydro Power Plants and Solar Power Plants, the two plants will work side by side and take turns providing electricity supply. Several components are needed, including turbines and generators, solar panels, Solar Charge Controller (SCC), batteries, inverters, microcontrollers, voltage and current sensors, and other components. The voltage generated by the generator will depend on the water discharge and sunlight intensity. Voltage and current can be monitored using an Android application.

The results show that the generating system works quite well. The voltage generated by both generators will be stabilized at a value of 13 Vdc and forwarded by the SCC to the battery and inverter at a value of 12 Vdc. The inverter conversion result is 230 Vac. The test can be carried out well and can be used to power AC loads, namely lights 25 Watts.

Keywords : Hybrid Microhydro Power Plant, Generator, Solar Panel, Microcontroller.

PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mohammad Prastyo Dwi Cahyo
NIT : 30121038
Program Studi : D3 Teknik Listrik Bandara
Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh) Hybrid

dengan ini menyatakan bahwa :

1. Proyek Akhir ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Politeknik Penerbangan Surabaya maupun di Perguruan Tinggi lain, serta dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*) kepada Politeknik Penerbangan Surabaya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, Politeknik Penerbangan Surabaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Proyek Akhir saya dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Politeknik Penerbangan Surabaya.

Surabaya, Agustus 2024
Yang membuat pernyataan

Mohammad Prastyo Dwi Cahyo
NIT. 30121038



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala Rahmat dan KaruniaNya yang telah memberikan kesehatan, pengetahuan, keterampilan, pengalaman yang senantiasa diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir yang berjudul RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) *HYBRID* dengan baik.

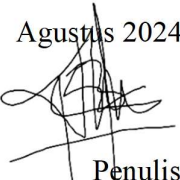
Penyusunan Proyek Akhir merupakan salah satu program yang dilaksanakan Kampus Politeknik Penerbangan Surabaya sebagai Unit Pelaksanaan Teknis Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Perhubungan Udara dalam rangka meningkatkan kualitas lulusan Pendidikan dan Pelatihan di bidang penerbangan.

Dengan selesainya penyusunan Proyek Akhir ini, Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Almarhum Ayah dan Almarhumah Ibu tercinta.
2. Bapak Ahmad Bahrawi, S.E, M.T, selaku Direktur Politeknik Penerbangan Surabaya.
3. Bapak Dr. Gunawan Sakti, S.T., M.T., selaku Ketua Prodi Teknik Listrik Bandara Politeknik Penerbangan Surabaya.
4. Bapak Yudhis Thiro Kabul Yunior, S.T, M.Kom, selaku Dosen Pembimbing I, atas bimbingannya.
5. Ibu Siti Julaihah, S.S, M.Hum, selaku Dosen Pembimbing II, atas bimbingannya.
6. Segenap Dosen dan Instruktur Program Studi Diploma 3 Teknik Listrik Bandara yang telah membantu penulis dalam proses pembelajaran di Politeknik Penerbangan Surabaya.
7. Rekan-rekan satu angkatan, rekan-rekan program studi Teknik Listrik Bandara angkatan XVI, serta adik-adik program studi Teknik Listrik Bandara angkatan XVII, yang senantiasa memberikan dukungan saran serta membantu dalam penyelesaian Proyek Akhir ini.
8. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu secara sukarela segala keperluan penulis selama menyusun Proyek Akhir ini.

Dalam penulisan laporan ini tentunya masih terdapat banyak kesalahan, kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan agar kesempurnaan Proyek Akhir ini. Semoga Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Surabaya, Agustus 2024



Penulis

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

***“BERUSAHA MELANJUTKAN HIDUP, BERBUAT BAIK, DAN
BERMANFAAT BAGI ORANG LAIN”***

PERSEMBAHAN :

*Dengan rasa syukur kepada Allah SWT., Proyek Akhir ini didedikasikan
kepada :*

*Almarhum Ayah Suparto dan Almarhumah Ibu Wahyu Purwati, orang tua
tercinta yang telah merawat dan membesarkan hingga Penulis berhasil di titik
sekarang*

*Bapak Pinggir dan Mas Agung, yang senantiasa mendukung, mendoakan, dan
menemani dalam setiap proses yang dijalani*

*Rekan-rekan seperjuangan, yang terus memberikan saran, masukan, dan
motivasi dalam proses penyusunan Proyek Akhir*

*Diri sendiri, yang mau dan mampu berusaha dan bertahan hingga titik
sekarang*

dan

Almamater kebanggaan, Politeknik Penerbangan Surabaya

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Sistem <i>Hybrid</i>	5
2.2 Pembangkit Listrik.....	5
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	6
2.3.1 Sel Surya.....	7
2.3.2 Panel Surya.....	8
2.3.3 Perhitungan Daya dan Efisiensi Sel Surya	12
2.3.4 <i>Solar Charge Controller</i> (SCC)	14
2.3.4 Inverter	15
2.3.5 Baterai	17
2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh)	17
2.4.1 Prinsip Kerja PLTMh	18
2.4.2 Pipa Pesat	19
2.4.3 Turbin Air.....	19
2.4.4 Generator DC	20
2.5 <i>Internet of Things (IoT)</i>	21
2.5.1 Mikrokontroler NodeMCU ESP8266.....	21
2.5.2 Sensor Tegangan dan Arus DC INA219	22
2.5.3 Sensor Tegangan dan Arus AC PZEM-004T	22
2.5.4 <i>Buck Boost Converter</i> XL6009	24
2.5.5 <i>Buck Converter</i> MP1584	24
2.5.6 <i>Relay</i>	25
2.5.7 <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i>	26

2.6	Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan	27
BAB III	METODE PENELITIAN	28
3.1	Desain Penelitian	28
3.2	Perancangan Alat	32
3.2.1	Desain Alat	32
3.2.2	Cara Kerja Alat	33
3.2.3	Komponen Alat	34
3.3	Teknik Pengujian	39
3.4	Teknik Analisis Data	39
3.5	Tempat dan Waktu Penelitian	40
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1	Uraian Rencana Penelitian	41
4.2	Pengujian Perangkat Keras	41
4.2.1	Pengujian Generator	41
4.2.2	Pengujian Panel Surya	43
4.2.3	Pengujian Sensor Tegangan dan Arus DC INA219	45
4.2.4	Pengujian Inverter	46
4.2.5	Pengujian Sensor Tegangan dan Arus AC PZEM-004T	48
4.2.6	Pengujian Mikrokontroler NodeMCU ESP8266	50
4.2.7	Pengujian Display Monitor LCD	52
4.3	Pengujian Perangkat Lunak	53
4.3.1	Pengujian Arduino IDE	53
4.3.2	Pengujian MIT <i>App Inventor</i>	55
4.4	Pengujian Sistem Keseluruhan	57
4.5	Perhitungan Nilai Daya	60
4.6	Pembahasan Analisis Hasil Penelitian	60
4.6.1	Kelebihan	60
4.6.2	Kelemahan	61
BAB V	PENUTUP	62
5.1	Kesimpulan	62
5.2	Saran	62
DAFTAR PUSTAKA		63

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Pembangkit Listrik	5
Gambar 2.2 PLTS Cirata, Indonesia	7
Gambar 2.3 Cara Kerja Sel Surya	8
Gambar 2.4 Monokristalin	9
Gambar 2.5 Polikristalin	11
Gambar 2.6 Thin-Film Cells	12
Gambar 2.7 Kurva I-V	12
Gambar 2.8 Kurva I-V	13
Gambar 2.9 <i>Solar Charge Controller</i>	14
Gambar 2.10 Inverter	16
Gambar 2.11 Baterai	17
Gambar 2.12 Prinsip Kerja PLTMh	18
Gambar 2.13 Turbin Impuls	19
Gambar 2.14 Turbin <i>Francis</i>	20
Gambar 2.15 Bagian Generator DC	20
Gambar 2.16 NodeMCU ESP8266	21
Gambar 2.17 INA219	22
Gambar 2.18 PZEM-004T v.3	23
Gambar 2.19 XL6009	24
Gambar 2.20 MP1584	24
Gambar 2.21 <i>Relay</i>	25
Gambar 2.21 LCD	26
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Desain Penelitian	28
Gambar 3.2 <i>Wiring Diagram</i> Alat	32
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Cara Kerja Alat	33
(a) Sistem Pembangkit	33
(b) Sistem IoT	33
Gambar 3.4 Arduino Ide	38
Gambar 3.2 MIT <i>App Inventor</i>	38
Gambar 4.1 Rangkaian Pengujian Generator	41
Gambar 4.2 Pengujian Generator	42
Gambar 4.3 Rangkaian Pengujian Panel Surya	43
Gambar 4.4 Pengujian Panel Surya	43
Gambar 4.5 Rangkaian INA219	45
Gambar 4.6 Rangkaian Inverter	47
Gambar 4.7 Pengujian Inverter	47
Gambar 4.8 Rangkaian PZEM-004T	49
Gambar 4.9 Pengujian PZEM-004T	49
Gambar 4.10 Rangkaian NodeMCU ESP8266	51
Gambar 4.11 Pengujian Mikrokontroler	51
Gambar 4.12 Rangkaian LCD	52
Gambar 4.13 Tampilan LCD	53
Gambar 4.14 <i>Dashboard</i> Arduino IDE	54

Gambar 4.15 <i>Dashboard Web MIT App Inventor</i>	55
Gambar 4.16 Tampilan Aplikasi <i>Hybrid Microhydro</i>	56
Gambar 4.17 Sistem Keseluruhan.....	57
Gambar 4.18 Rangkaian Sistem.....	58
Gambar 4. 19 Tampilan LCD Sistem.....	58
(a) PLTMh.....	58
(b) PLTS.....	58
Gambar 4.20 Pengujian dengan Beban AC.....	59



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Spesifikasi NodeMCU ESP8266	21
Tabel 2.2 Spesifikasi INA219	22
Tabel 2.3 Spesifikasi PZEM-004T	23
Tabel 2.4 Spesifikasi XL6009	24
Tabel 2.5 Spesifikasi MP1584	25
Tabel 2.6 Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan	27
Tabel 3.1 Spesifikasi Panel Surya 20 Wp	35
Tabel 3.2 Spesifikasi Turbin Generator	35
Tabel 3.3 Spesifikasi SCC	36
Tabel 3.4 Spesifikasi Baterai	36
Tabel 3.5 Spesifikasi Inverter	36
Tabel 3.6 Waktu Penelitian	40
Tabel 4.1 Pin Generator	42
Tabel 4.2 Data Pengujian Generator	42
Tabel 4.3 Pin Panel Surya	44
Tabel 4.4 Data Pengujian Panel Surya	44
Tabel 4. 5 Pin INA219	45
Tabel 4.6 Data Pengujian INA219	46
Tabel 4.7 Pin Inverter	47
Tabel 4.8 Data Pengujian Inverter	48
Tabel 4.9 Pin PZEM-004T	49
Tabel 4.10 Data Pengujian PZEM-004T	50
Tabel 4.11 Pengujian Mikrokontroler	51
Tabel 4.12 Data Pengujian Mikrokontroler	52
Tabel 4.13 Pin LCD	53
Tabel 4.14 Data Perhitungan Daya	60

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Standar Operasional Prosedur (SOP)	A-1
Lampiran B. <i>Coding</i> NodeMCU ESP8266	B-1
Lampiran C. <i>Blocks</i> Aplikasi	C-1
Lampiran D. Daftar Riwayat Hidup	D-1



DAFTAR PUSTAKA

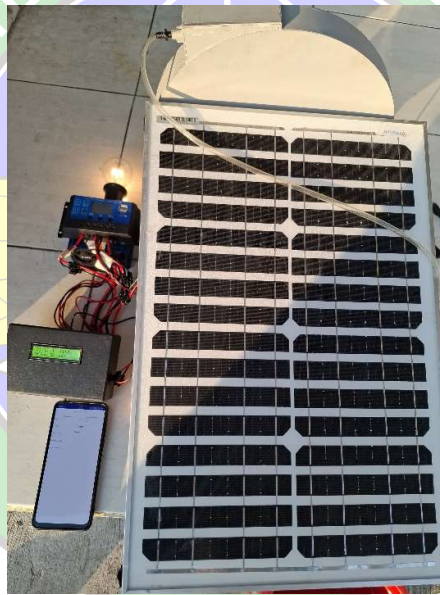
- Akhwan, Gunari, B., Sunardi, & Wirawan, W. A. (2021). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Politeknik Perkretaapian Indonesia Madiun. *Eksergi Jurnal Teknik Energi*, 15-24.
- Banartama, Z. A., & Windarto, J. (2010). Sistem Tenaga Listrik Tenaga Hybrid (PLTH) Yang Dibuat di Kedubes Austrian. *Makalah Seminar Kerja Praktek*.
- Bayuanto, J., Winarta, F. P., & Sari, E. P. (2022). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro di Desa Duku Ulu Kecamatan Curup Timur. *Jurnal Teknik Elektro Raflesia*, 13-21.
- Dewan Energi Nasional. (2016). *Outlook Energi Indonesia 2016*. Jakarta: Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional.
- Dhena, V. R., & Ahmad, R. N. (2023). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Panel Surya dan Mikrohidro Untuk Penerangan Jalan Desa Ponggok Kabupaten Klaten. *Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2015). *Turbin Air dan Kelengkapan Mekanik*. Jakarta, Indonesia: Author.
- Hidayat. (2017). *Mikrohidro*. Padang: Bung Hatta University Press.
- Jamaaluddin. (2021). *Buku Petunjuk Pengoperasian Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)*. Sidoarjo: Umsida Press.
- Malindo, R., Sunanda, W., & Gusa, R. F. (t.thn.). Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Microhydro PV Array (Studi Kasus Dusun Sadap Bangka Tengah). *Jurnal Arus Elektro Indonesia*, 19-24.
- Maulidin, M. N., Hariyadi, S., & Wiguna, I. Y. (2021). Rancang Bangun Sistem Pendingin Panel Surya Menggunakan Kendali Air Otomatis Untuk Menurunkan Rugi Rugi Daya Berbasis Arduino Via Android. *Seminar Nasional Teknologi Penerbangan (SNITP)* (hal. 1-13). Surabaya: Politeknik Penerbangan Surabaya.

- MP1584. (2011, Agustus 8). Diakses pada tanggal 9 Juni 2024 dari MPS Proprietary Information: https://www.mouser.com/datasheet/2/277/MP1584_r1.0-779241.pdf
- PZEM-004T V3.0 User Manual. (2019, Juni). Diakses pada tanggal 1 Maret 2024 dari Innovators Guru: <https://innovatorsguru.com/wp-content/uploads/2019/06/PZEM-004T-V3.0-Datasheet-User-Manual.pdf>
- Rudiyanto, B., Rachmanita, R. E., & Budiprasojo, A. (2023). *Dasar - Dasar Pemasangan Panel Surya*. Malang: Unisma Press.
- Safitri, N., Rihayat, T., & Riskina, S. (2019). *Buku Teknologi Photovoltaic*. Langsa: Yayasan Puga Aceh Riset.
- Satriawan, N. (2023, Agustus 1). *Model Penelitian Pengembangan ADDIE*. Diakses pada tanggal 5 April 2024 dari Ranah Research: <https://ranahresearch.com/model-penelitian-pengembangan-addie/>
- Solihat, I. (2020). Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). *Jurnal Inovasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 7-14.
- Suhendar. (2022). *Dasar - Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Tangerang: Media Edukasi Indonesia (Anggota IKAPI).
- Turang, D. A. (2015). Pengembangan Sistem Relay Pengendalian dan Penghematan Pemakaian Lampu Berbasis Mobile. *Seminar Nasional Informatika*, 75-85.
- Yuniarti, N., & Aji, I. W. (2019). *Modul Pembelajaran Pembangkit Tenaga Listrik*. Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Zaini, M., Safrudin, & Bachrudin, M. (2020). Perancangan Sistem Monitoring Tegangan, Arus, dan Frekuensi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Berbasis IoT. *TESLA*, 139-150.

Lampiran A

Standar Operasional Prosedur (SOP) **RANCANG BANGUN** **PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMh)**

Standar Operasional Prosedur (SOP) merupakan suatu panduan atau pedoman dalam melakukan suatu kegiatan atau pekerjaan. SOP ini berisi urutan dan tata cara atau instruksi yang dituangkan secara tertulis agar pekerjaan dapat dijalankan dengan baik, tepat, efisien, dan optimal. SOP harus dilaksanakan dengan baik untuk menjaga keselamatan pekerja, mencegah kecelakaan, dan menjaga peralatan agar selalu dalam kondisi yang prima.



Berikut adalah prosedur pengoperasian alat dalam penelitian Proyek Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh)”.

1. Siapkan peralatan, alat Proyek Akhir, dan keperluan lain yang dibutuhkan dalam pengoperasian alat.
2. Letakkan alat, terutama komponen panel surya, di bawah sinar matahari langsung.
3. Pasangkan motor dan selang air pada turbin air kemudian nyalakan.

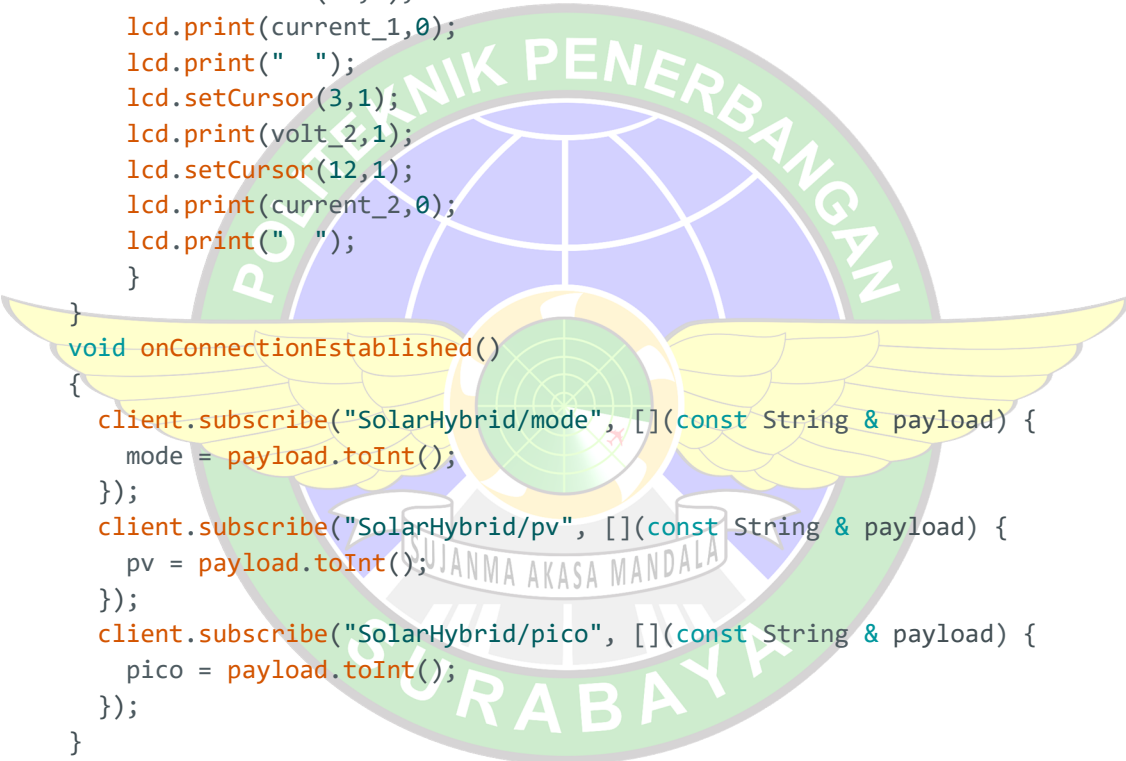
4. Pastikan *Solar Charger Controller* (SCC), mikrokontroler, dan perangkat lainnya dalam kondisi menyala.
5. Amati data hasil pengukuran sensor INA219 dan PZEM-004T pada tampilan LCD dan aplikasi Android.
6. Tetukan pembangkit mana yang akan digunakan untuk menyuplai baterai dan beban melalui aplikasi Android.
7. Nyalakan inverter dan hubungkan beban AC yang akan digunakan.



Lampiran B

Coding NodeMCU ESP8266

```
#include "EspMQTTClient.h"
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_INA219.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <PZEM004Tv30.h>
Adafruit_INA219 ina_1(0x40);
Adafruit_INA219 ina_2(0x41);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
PZEM004Tv30 pzem(D3, 13);
EspMQTTClient client(
  "wifi",
  "12345678",
  "broker.hivemq.com", // MQTT Broker server ip
  "Microhydro Hybrid", // Client name that uniquely identify
your device
  1883 // The MQTT port, default to 1883. this line can
be omitted
);
int pin_relay1 = D5;
int pin_relay2 = D6;
String sumber;
int mode = 0; //LOW auto
int pv = 0;
int pico = 0;
double minimum_volt_pv = 14.00;
double minimum_volt_pico = 14.00;
double volt_1, current_1, volt_2, current_2, volt_ac, current_ac;
unsigned long previousMillis = 0;
const long interval = 500;
void update_data()
{
  unsigned long currentMillis = millis();
  if (currentMillis - previousMillis >= interval) {
    previousMillis = currentMillis;
    client.publish("SolarHybrid/volt_1", String(volt_1,1));
    client.publish("SolarHybrid/volt_2", String(volt_2,1));
    client.publish("SolarHybrid/volt_ac", String(volt_ac,1));
    client.publish("SolarHybrid/current_1", String(current_1,0));
    client.publish("SolarHybrid/current_2", String(current_2,0));
    client.publish("SolarHybrid/current_ac", String(current_ac,3));
```



```

client.publish("SolarHybrid/sumber", String(sumber));
volt_1 = ina_1.getBusVoltage_V();
current_1 = abs(ina_1.getCurrent_mA());
volt_2 = ina_2.getBusVoltage_V();
current_2 = abs(ina_2.getCurrent_mA());
volt_ac = pzem.voltage();
current_ac = pzem.current();
Serial.println(volt_ac);
lcd.setCursor(3,0);
lcd.print(volt_1,1);
lcd.print(" ");
lcd.setCursor(12,0);
lcd.print(current_1,0);
lcd.print(" ");
lcd.setCursor(3,1);
lcd.print(volt_2,1);
lcd.setCursor(12,1);
lcd.print(current_2,0);
lcd.print(" ");
}

void onConnectionEstablished()
{
client.subscribe("SolarHybrid/mode", [](const String & payload) {
mode = payload.toInt();
});
client.subscribe("SolarHybrid/pv", [](const String & payload) {
pv = payload.toInt();
});
client.subscribe("SolarHybrid/pico", [](const String & payload) {
pico = payload.toInt();
});
}

void setup() {
Serial.begin(9600);
ina_1.begin();
ina_2.begin();
pinMode(pin_relay1,OUTPUT);
pinMode(pin_relay2,OUTPUT);
digitalWrite(pin_relay1,LOW);
digitalWrite(pin_relay2,LOW);
lcd.begin();
lcd.backlight();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("U1: ");

```

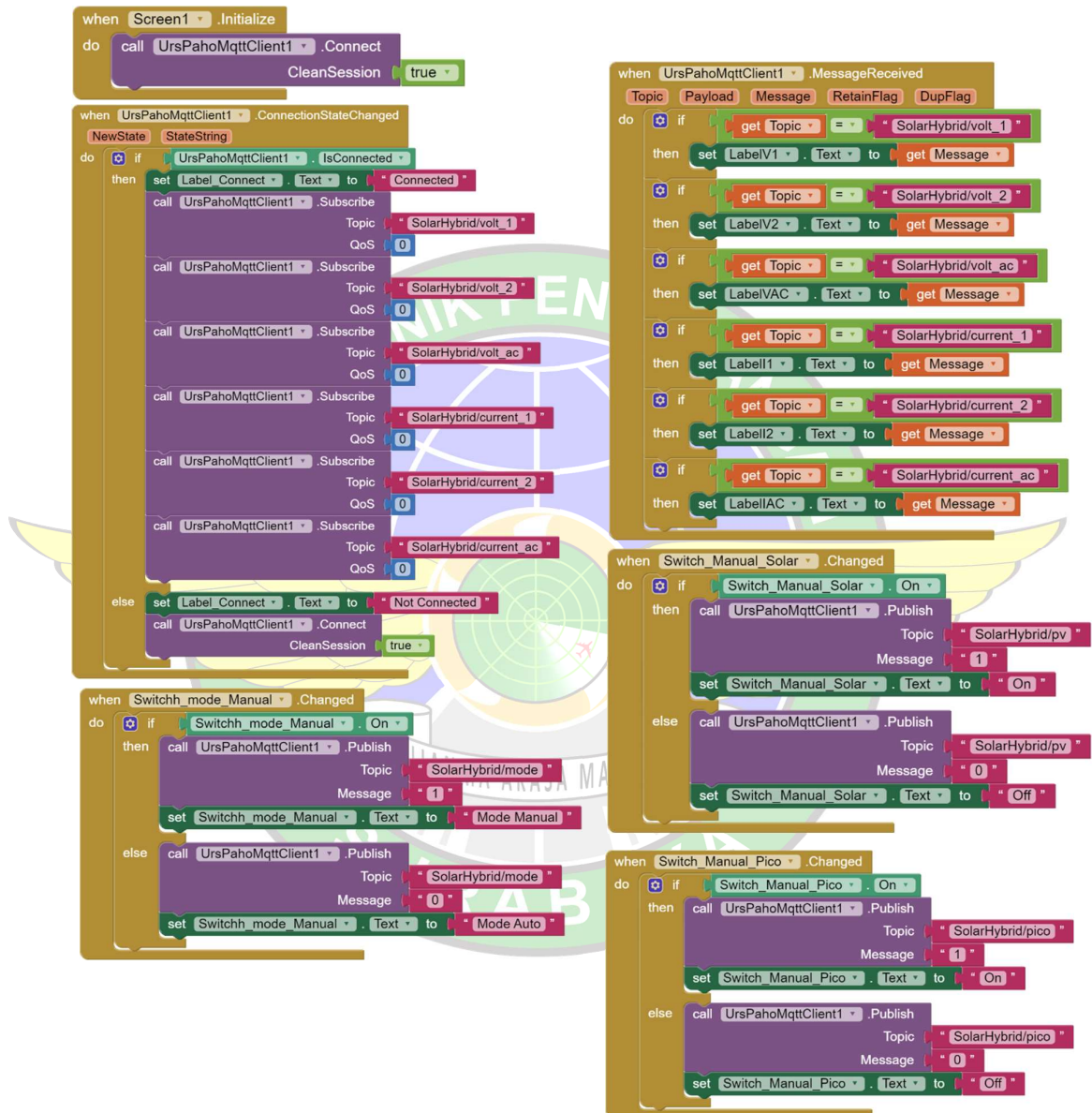
```

    lcd.setCursor(9,0);
    lcd.print("I1: ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("U2: ");
    lcd.setCursor(9,1);
    lcd.print("I2: ");
}
void loop() {
    client.loop();
    if(mode == 1)
    {
        digitalWrite(pin_relay1,pv);
        digitalWrite(pin_relay2,pico);
        sumber = "Manual";
    } else if(mode == 0)
    {
        if(volt_1 > volt_2)
        {
            digitalWrite(pin_relay1,HIGH);
            digitalWrite(pin_relay2,LOW);
            sumber = "Panel Surya";
        }
        if(volt_2 > volt_1)
        {
            digitalWrite(pin_relay2,HIGH);
            digitalWrite(pin_relay1,LOW);
            sumber = "Mikrohidro";
        }
    }
    update_data();
}

```

LAMPIRAN C

Blocks Aplikasi



Lampiran D

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



MOHAMMAD PRASTYO
DWI CAHYO lahir di Bondowoso pada
tanggal 23 Oktober 2002. Anak kedua
dari pasangan Almarhum Bapak
Suparto dan Almarhumah Ibu Wahyu
Purwati. Bertempat tinggal di Jalan A.
Yani Gang Kejaksan RT 09 RW 03
Kelurahan Nangkaan Kabupaten
Bondowoso. Telah menempuh
pendidikan formal pada :

1. Sekolah Dasar Negeri Dabasah 4 Bondowoso lulus tahun 2015
2. Sekolah Menengah Pertama Negeri 3 Bondowoso lulus tahun 2018
3. Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Bondowoso lulus tahun 2021.

Pada tahun 2021 diterima sebagai mahasiswa di Politeknik Penerbangan Surabaya, program studi Diploma 3 Teknik Listrik Bandara Angkatan XVI B. Melaksanakan program *Cadet Exchange* di Politeknik Penerbangan Jayapura (Semester 3) serta program *On The Job Training* (OJT) pertama di Kantor Unit Penyelenggara Bandar Udara (UPBU) Gusti Sjamsir Alam Kotabaru (Semester 4) dan kedua di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar (Semester 5). Telah melaksanakan ujian Proyek Akhir sebagai syarat kelulusan dalam pendidikan di Politeknik Penerbangan Surabaya.